

Проект индивидуального расчетно-графического задания
«Использование современных технологий в решении проектных задач менеджера»

Цель и предмет задания:

Эффективность планирования и управление производственным предприятием в значительной мере определяется внедрением в процесс принятия решений современных информационных технологий. В условиях конкуренции решения должны быть быстрые, безошибочные и обоснованные. Помочь своевременно принять решение может ПК.

Деятельность в сфере производства требует составления бизнес-планов, оперативных планов предприятия, построения организационной структуры предприятия, функциональной матрицы и матрицы полномочий, сетевого графика, хронометражной карты и др. Много операций при выполнении задач носят рутинный характер и могут быть выполнены с помощью ПК.

Цель: формирование навыков в использовании ПК во время осуществления деятельности по планированию и организации производства.

Предмет: процесс планирования и организации производства.

Обучающийся должен владеть навыками работы с ПК с использованием табличного и текстового редакторов, самостоятельно осуществлять поиск необходимого программного обеспечения для выполнения поставленной задачи, знать особенности интерфейса прикладного программного обеспечения, которые используются при планировании и управлении проектами.

Общие рекомендации:

Рекомендации должны обеспечить поддержку формирования системы знаний исходя из форм и методов планирования и организации производства и овладение навыками по рационализации и усовершенствованию производственных систем промышленного предприятия с помощью электронных вычислительных средств.

Выполнение заданий рекомендуется в следующей последовательности:

1. Ознакомление с перечнем и содержанием тем, которые содержат теоретические основы и методики выполнения задания.
2. Подбор и инсталляция программного обеспечения, которое может быть использовано при выполнении задания.
3. Ознакомление с дополнительной литературой, которая развивает особенности работы избранного программного обеспечения.
4. Ознакомление с документацией и файлами помощи, которая содержит избранный программный продукт. Изучение и конспектирование основных операций, которые должны сделать пользователь ПК для ввода и обработки данных при выполнении задания.
5. Выполнение индивидуальных заданий и распечатка результатов работы.

6. В этих рекомендациях **жирным шрифтом** выделенные названия программных продуктов. *Курсивом* выделенные пункты меню, которые содержит программа.

Задание:

Менеджеру необходимо составить сетевой график проекта и рассчитать его временные характеристики:

- 1) срок выполнения проекта (продолжительность критического пути) и резервы времени остальных путей;
- 2) строки осуществления событий сети;
- 3) резервы времени осуществления событий сети;
- 4) резервы времени выполнения работ.

Рекомендации к выполнению:

1. Ознакомиться с темой «Организация управления производственными процессами во времени» или посмотреть видео «Как построить сетевой график» (Электронный ресурс) Режим доступа: <https://www.youtube.com/watch?v=JLInS8vVn7I>

2. Ознакомиться с исходной информацией (по вариантам). Вариант задания соответствует порядковому номеру обучающегося в журнале.

3. Необходимо воспользоваться сервисом «Онлайн-калькулятор» предназначенным для нахождения параметров сетевой модели.

ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ:

Таблица 1

№ п/п	Наименование операций, работ, этапов	Время выполнения							
		Вариант 1				Вариант 2			
		t_{\min}	$t_{\text{наиболее вероятное}}$	t_{\max}	$t_{\text{ожид}}$	t_{\min}	$t_{\text{наиболее вероятное}}$	t_{\max}	$t_{\text{ожид}}$
1.	Изготовление детали:								
	Д №1				3	1	-	3,5	-
	Д №2				1	5	7	9	-
	Д №3				2				5
2.	Контроль качества Д №1 та Д №2				по 1ч				по 1ч
3.	Сборка узла У №1 (Д №1+Д №2)	1	-	3,5	-	1	2	3	-
4.	Сборка изделия (У №1+Д №3)	5	7	9	-				4
5.	Контроль качества изделия				3				3

Таблица 2

№ п/п	Наименование операций, работ, этапов	Время выполнения							
		Вариант 3				Вариант 4			
		t_{\min}	$t_{\text{наиболее вероятное}}$	t_{\max}	t_{\min}	t_{\min}	$t_{\text{наиболее вероятное}}$	t_{\max}	$t_{\text{ожид}}$
1.	Изготовление деталей:								
	Д №1	15	18	20	-	8	10	18	-
	Д №2				5				12
	Д №3				29	5	-	10	-
	Д №4				12	5	-	8	-
2.	Сборка узлов:								
	У №1 (Д №1+Д №2)				5				2
	У №2 (Д №3+Д №4)				8				3
3.	Выдача заказа на изготовление упаковки (выполняется после изготовления У №1 та У №2)				1				1
4.	Сборка изделия (У №1+У №2)				10				3
5.	Контроль качества изделия				2				1
6.	Изготовление упаковки				12				7
7.	Упаковка изделия				2	1	-	3,5	-

Таблица 3

№ п/п	Наименование операций, работ, этапов	Время выполнения							
		Вариант 5				Вариант 6			
		t_{\min}	$t_{\text{наиболее}}_{\text{вероятностно}}_{\text{е}}$	t_{\max}	t_{\min}	t_{\min}	$t_{\text{наиболее}}_{\text{вероятностн}}_{\text{ое}}$	t_{\max}	$t_{\text{ожид}}$
1.	Изготовление								
	Д №1				3	5	7	9	-
	Д №2				6				9
	Д №3				9				3
	Д №4				5				5
1а.	Изготовление упаковки	6	7	12	-	2	-	7	-
2.	Сборка узла У №1 (Д №2+Д №3)				3				2
3.	Контроль качества У №1				1				1
4.	Сборка изделия (У №1+Д №1+Д №4)				5	3	8	10	-
5.	Контроль качества изделия				2				2
6.	Контроль качества упаковки				1				1
7.	Доставка упаковки к месту сборки	3	-	6	-	1	-	3,5	-
8.	Упаковка				1				2

Таблица 4

№ п/п	Наименование операций, работ, этапов	Время выполнения							
		Вариант 7				Вариант 8			
		t_{\min}	$t_{\text{наиболее}}_{\text{вероятностно}}_{\text{е}}$	t_{\max}	t_{\min}	t_{\min}	$t_{\text{наиболее}}_{\text{вероятност}}_{\text{ное}}$	t_{\max}	$t_{\text{ожид}}$
1.	Изготовление деталей:								
	Д №1				5	5	4	9	-
	Д №2				6				6
	Д №3				3				3
2.	Контроль качества деталей Д №2 та Д №3				по 2 ч				по 2 ч
3.	Сборка узла У №1 (Д №1+Д №2)	1	2	3	-	1	-	3,5	-
4.	Сборка изделия (У №1+Д №3)	1	-	1,5	-	2	-	2	-
5.	Контроль качества изделия				2				1
6.	Упаковка				1				2

Таблица 5

№ п/п	Наименование операций, работ, этапов	Время выполнения							
		Вариант 9				Вариант 10			
		t_{\min}	$t_{\text{наиболее}}вероятностное$	t_{\max}	t_{\min}	t_{\min}	$t_{\text{наиболее}}вероятностие$	t_{\max}	$t_{\text{ожид}}$
1.	Изготовление деталей:								
	Д №1				4				12
	Д №2				2	1	-	3,5	-
	Д №3				8				4
2.	Снятие внутреннего напряжения в Д №2				12				3
3.	Контроль качества Д №1 и Д №2				по 1 ч				по 1 ч
4.	Контроль качества Д №3				2				2
5.	Сборка узла У №1 (Д №1+Д №2)	2	-	7	-	5	7	9	-
6.	Сборка изделия (У №1+Д №3)	3	8	10	-	5	6	9	-
7.	Контроль качества изделия				2				2

Таблица 6

№ п/п	Наименование операций, работ, этапов	Время выполнения							
		Вариант 11				Вариант 12			
		t_{\min}	$t_{\text{наиболее}}вероятностное$	t_{\max}	t_{\min}	t_{\min}	$t_{\text{наиболее}}вероятностие$	t_{\max}	$t_{\text{ожид}}$
1.	Изготовление деталей:								
	Д №1				10				17
	Д №2				12	10	-	15	-
2.	Контроль качества Д №1 и Д №2				по 1 ч				по 2 ч
3.	Сборка узла У №1 (Д №1+Д №2)	2	5	6	-	1	2	3	-
4.	Изготовление дополнительных запасных частей ЗЧ	5	-	10	-	5	7	9	-
5.	Контроль качества ЗЧ				3				1
6.	Сборка изделия (У №1+ ЗЧ)				4				3

Алгоритм построения сетевого графика с использованием ПК:

Необходимо воспользоваться сервисом «Онлайн-калькулятор» предназначенным для нахождения параметров сетевой модели.

НАЗНАЧЕНИЕ СЕРВИСА. Онлайн-калькулятор, предназначен для нахождения параметров сетевой модели:

- ранний срок свершения события, поздний срок свершения события, ранний срок начала работы, ранний срок окончания работы, поздний срок начала работы, поздний срок окончания работы;
- резерв времени на свершение события, полный резерв времени, свободный резерв времени;
- продолжительность критического пути;

а также позволяет оценить вероятность выполнения всего комплекса работ за d дней.

Решение в онлайн режиме осуществляется аналитически и графически. Оформляется в формате Word.

Стартовое окно сервиса выглядит следующим образом (рис. 1.)

The screenshot shows a web browser window with several tabs. The active tab is 'Онлайн-калькулятор по сетевым моделям'. The page content includes a navigation menu on the left with links like 'Теория игр', 'Задача о назначениях', and 'Поток сети'. The main content area is titled 'Сетевая модель' and contains a section 'НАЗНАЧЕНИЕ СЕРВИСА' with a list of parameters to be calculated. Below this is an 'ИНСТРУКЦИЯ' section and a form for inputting data, including fields for 'Количество вершин' and 'Количество строк'. The sidebar on the right contains various advertisements, including one for 'AIRFRANCE' and another for 'на5ку'.

Рис. 1 Стартовое окно онлайн-калькулятора

В качестве примера возьмем следующую задачу с исходными данными (рис. 2.)

В одной из фирм решили внедрить систему компьютерной информации. Назначенный руководитель проекта составил список действий (работ), которые надо для этого выполнить, и указал последовательность их выполнения и продолжительность, приведенную в таблице. Постройте сетевой график.

Указание:

- в сети должно быть одно исходное и одно завершающее событие;
- присмотревшись к перечню работ, вы обнаружите, что работы А, В и С не имеют предшествующих работ (у них только последующие), значит, их можно выполнять параллельно, начиная от исходного события;
- избегайте пересечения путей;
- направляйте работы слева направо;
- на графике должно быть как можно меньше фиктивных работ.

Работа	Продолжительность работы t , <u>дни</u> .	Последующая работа
A	4	D, E
D	3	O, N
O	6	Конец
E	2	K
K	8	P
N	1	P
P	9	Конец
B	6	F, G, H
F	7	K
G	4	L, M
L	2	Конец

Рис. 2. Пример задания с исходными данными

По таблице строим сетевой график в «Онлайн-калькулятор».

В графе количество вершин вводим 10 (по количеству событий в примере). Убираем галочку в строке «*нумерация вершин с №1*». В окне «*ввод данных*» выбираем «*графический способ*». Нажимаем «*Далее*».

Сетевая модель

НАЗНАЧЕНИЕ СЕРВИСА. Онлайн-калькулятор предназначен для нахождения параметров сетевой модели:

- ранний срок свершения события, поздний срок свершения события, ранний срок начала работы, ранний срок окончания работы, поздний срок начала работы, поздний срок окончания работы;
- резерв времени на свершение события, полный резерв времени, свободный резерв времени;
- продолжительность критического пути;

а также позволяет оценить вероятность выполнения всего комплекса работ за d дней.

ИНСТРУКЦИЯ. Решение в онлайн режиме осуществляется аналитически и графически. Оформляется в формате **Word** (см. [пример](#))

Ниже представлена видеоинструкция.

Решение онлайн
Видеоинструкция
Оформление Word

Количество вершин Нумерация вершин с №1.

Исходные данные обычно задаются либо через матрицу расстояний, либо табличным способом.

Ввод данных Количество строк

Провести анализ сетевой модели:

Оптимизация по критерию

Далее
Из Excel

Рис. 3. Ввод параметров

Далее идет этап графического ввода данных сетевой модели (рис.4).

Графический ввод данных сетевой модели

Размеры графического полотна

Ширина	600	Высота	400
--------	-----	--------	-----

Соединить вершину с вершиной с длиной

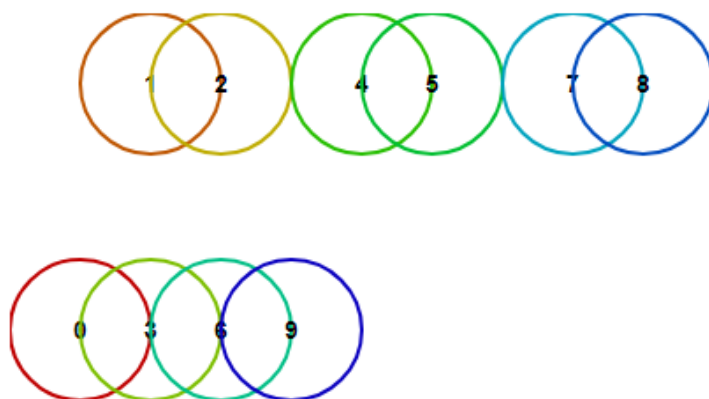


Рис. 4. Графический ввод данных сетевой модели

Далее вручную перетягиваем события и выстраиваем их в нужной последовательности.

Далее необходимо связать события (вершины) между собой. Выполняем следующие действия «соединить вершину» 0 с «вершиной» 1 с длиной 4 (продолжительность работы), нажимаем «соединить» (рис.5).

Графический ввод данных сетевой модели

Размеры графического полотна

Ширина	600	Высота	400
--------	-----	--------	-----

Соединить вершину с вершиной с длиной

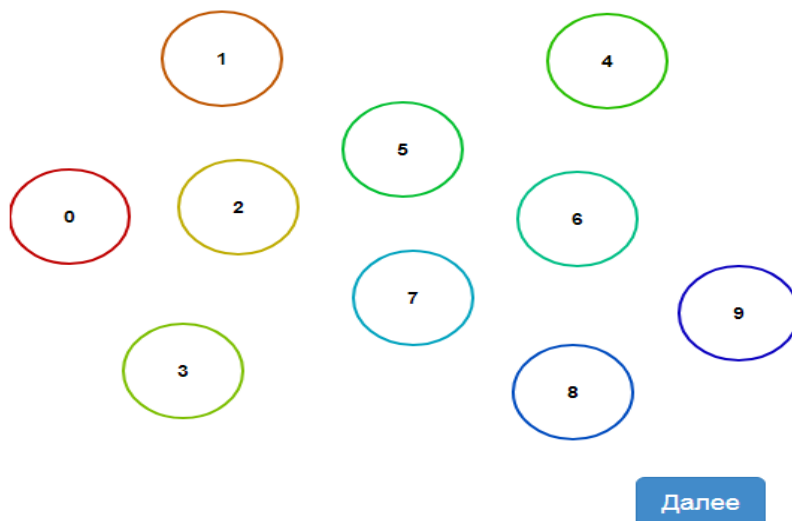


Рис. 5. Соединение вершин

В результате чего между вершинами событий появятся стрелки, связывающие их между собой (рис. 6.). Те же действия проводим с последующими вершинами.

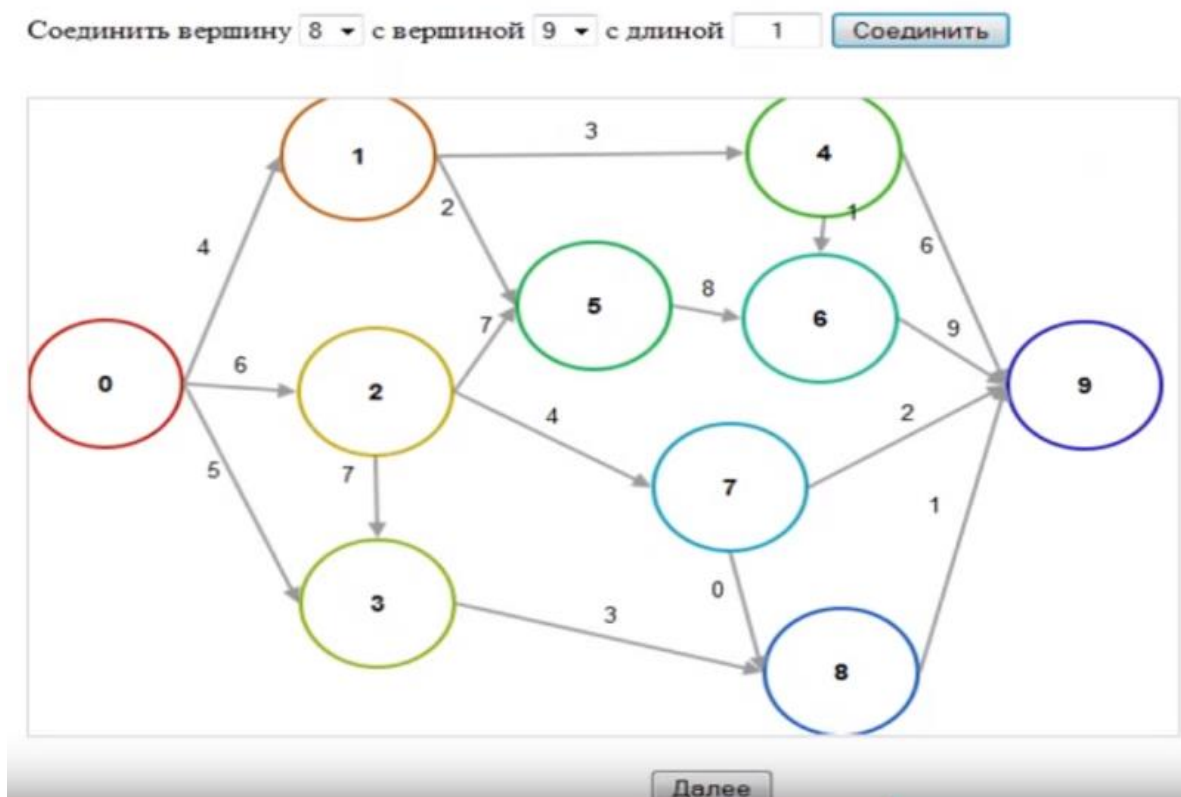


Рис. 6. Сетевой график проекта

Далее появляется вкладка (рис. 7), в которой необходимо поставить отметки в полях:

- «показывать графическое решение» (если вы хотите увидеть и теоретическую составляющую с определениями и формулами);
- «расчет коэффициентов напряженности» (если вы хотите увидеть только расчеты по заданным параметрам);
- «строить диаграмму Ганта» (если необходима визуализация данных в виде диаграммы Ганта) (рис. 7).

Графический ввод данных сетевой модели

- Включать теоретический материал
- Расчет коэффициентов напряженности
- Строить диаграмму Ганта

Далее

Рис. 7. Графический ввод данных сетевой модели

В итоге появится следующее решение

Расчет сроков свершения событий.

Для $i=0$ (начального события), очевидно $tp(0)=0$.

$$i=1: t^p(1) = t^p(0) + t(0,1) = 0 + 4 = 4.$$

$$i=2: t^p(2) = t^p(0) + t(0,2) = 0 + 6 = 6.$$

$$i=3: \max(t^p(0) + t(0,3); t^p(2) + t(2,3)) = \max(0 + 5; 6 + 7) = 13.$$

$$i=4: t^p(4) = t^p(1) + t(1,4) = 4 + 3 = 7.$$

$$i=5: \max(t^p(1) + t(1,5); t^p(2) + t(2,5)) = \max(4 + 2; 6 + 7) = 13.$$

$$i=6: \max(t^p(4) + t(4,6); t^p(5) + t(5,6)) = \max(7 + 1; 13 + 8) = 21.$$

$$i=7: t^p(7) = t^p(2) + t(2,7) = 6 + 4 = 10.$$

$$i=8: \max(t^p(3) + t(3,8); t^p(7) + t(7,8)) = \max(13 + 3; 10 + 0) = 16.$$

$$i=9: \max(t^p(4) + t(4,9); t^p(6) + t(6,9); t^p(7) + t(7,9); t^p(8) + t(8,9)) = \max(7 + 6; 21 + 9; 10 + 2; 16 + 1) = 30.$$

Длина критического пути равна раннему сроку свершения завершающего события 9: $t_{kp}=tp(9)=30$

При определении поздних сроков свершения событий $t_n(i)$ движемся по сети в обратном направлении, то есть справа налево и используем формулы (3), (4).

Для $i=9$ (завершающего события) поздний срок свершения события должен равняться его раннему сроку (иначе изменится длина критического пути): $t^n(9) = t^p(9) = 30$

Далее просматриваются строки, оканчивающиеся на номер предпоследнего события, т.е. 8. Просматриваются все строчки, начинающиеся с номера 8.

$$i=8: t^n(8) = t^n(9) - t(8,9) = 30 - 1 = 29.$$

Далее просматриваются строки, оканчивающиеся на номер предпоследнего события, т.е. 6. Просматриваются все строчки, начинающиеся с номера 6.

$$i=6: t^n(6) = t^n(9) - t(6,9) = 30 - 9 = 21.$$

Далее просматриваются строки, оканчивающиеся на номер предпоследнего события, т.е. 7. Просматриваются все строчки, начинающиеся с номера 7.

$$i=7: \min(t^n(8) - t(7,8); t^n(9) - t(7,9)) = \min(29 - 0; 30 - 2) = 28.$$

Далее просматриваются строки, оканчивающиеся на номер предпоследнего события, т.е. 5. Просматриваются все строчки, начинающиеся с номера 5.

$$i=5: t^n(5) = t^n(6) - t(5,6) = 21 - 8 = 13.$$

Далее просматриваются строки, оканчивающиеся на номер предпоследнего события, т.е. 3. Просматриваются все строчки, начинающиеся с номера 3.

$$i=3: t^n(3) = t^n(8) - t(3,8) = 29 - 3 = 26.$$

Далее просматриваются строки, оканчивающиеся на номер предпоследнего события, т.е. 4. Просматриваются все строчки, начинающиеся с номера 4.

$$i=4: \min(t^n(6) - t(4,6); t^n(9) - t(4,9)) = \min(21 - 1; 30 - 6) = 20.$$

Далее просматриваются строки, оканчивающиеся на номер предпоследнего события, т.е. 2. Просматриваются все строчки, начинающиеся с номера 2.

$$i=2: \min(t^n(3) - t(2,3); t^n(5) - t(2,5); t^n(7) - t(2,7)) = \min(26 - 7; 13 - 7; 28 - 4) = 6.$$

Далее просматриваются строки, оканчивающиеся на номер предпоследнего события, т.е. 1. Просматриваются все строчки, начинающиеся с номера 1.

$$i=1: \min(t^p(4) - t(1,4); t^p(5) - t(1,5)) = \min(20 - 3; 13 - 2) = 11.$$

Далее просматриваются строки, оканчивающиеся на номер предпоследнего события, т.е. 0. Просматриваются все строчки, начинающиеся с номера 0.

$$i=0: \min(t^p(1) - t(0,1); t^p(2) - t(0,2); t^p(3) - t(0,3)) = \min(11 - 4; 6 - 6; 26 - 5) = 0.$$

Таблица 1

Расчет резерва событий

Номер события	Сроки свершения события: ранний $t^p(i)$	Сроки свершения события: поздний $t^p(i)$	Резерв времени, $R(i)$
0		0	0
1	4	11	7
2	6	6	0
3	13	26	13
4	7	20	13
5	13	13	0
6	21	21	0
7	10	28	18
8	16	29	13

Заполнение таблицы 2.

Перечень работ и их продолжительность перенесем во вторую и третью графы. При этом работы следует записывать в графу 2 последовательно: сначала начиная с номера 0, затем с номера 1 и т.д. Во второй графе поставим число, характеризующее количество непосредственно предшествующих работ (КПР) тому событию, с которого начинается рассматриваемая работа.

Так, для работы (1,4) в графу 1 поставим число 1, т.к. на номер 1 оканчиваются 1 работы: (0,1).

Графу 4 получаем из таблицы 1 ($t^p(i)$). Графу 7 получаем из таблицы 1 ($t^p(i)$).

Значения в графе 5 получаются в результате суммирования граф 3 и 4. В графе 6 позднее начало работы определяется как разность позднего окончания этих работ и их продолжительности (из значений графы 7 вычитаются данные графы 3);

Содержимое графы 8 (полный резерв времени $R(ij)$) равно разности граф 6 и 4 или граф 7 и 5. Если $R(ij)$ равен нулю, то работа является критической.

Полный резерв пути показывает, на сколько в сумме может быть увеличена продолжительность всех работ, принадлежащих данному пути, при условии, что срок выполнения всего комплекса работ не изменится. Образовывается, когда предшествующие работы закончатся в свой наиболее ранний срок.

Находим полный резерв $R_{i-j}^{\Pi} = T_{\Pi_j} - t_{i-j} - Tr_i$

$$R_{(0,1)}^{\Pi} = 11 - 4 - 0 = 7$$

$$R_{(0,2)}^{\Pi} = 6 - 6 - 0 = 0$$

$$R_{(0,3)}^{\Pi} = 26 - 5 - 0 = 21$$

$$R_{(1,4)}^{\Pi} = 20 - 3 - 4 = 13$$

$$R_{(1,5)}^{\Pi} = 13 - 2 - 4 = 7$$

$$R_{(2,3)}^{\Pi} = 26 - 7 - 6 = 13$$

$$R_{(2,5)}^{\Pi} = 13 - 7 - 6 = 0$$

$$R_{(2,7)}^{\Pi} = 28 - 4 - 6 = 18$$

$$R_{(3,8)}^{\Pi} = 29 - 3 - 13 = 13$$

$$R_{(4,6)}^{\Pi} = 21 - 1 - 7 = 13$$

$$R_{(4,9)}^{\Pi} = 30 - 6 - 7 = 17$$

$$R_{(5,6)}^{\Pi} = 21 - 8 - 13 = 0$$

$$R_{(6,9)}^{\Pi} = 30 - 9 - 21 = 0$$

$$R_{(7,8)}^{\Pi} = 29 - 0 - 10 = 19$$

$$R_{(7,9)}^{\Pi} = 30 - 2 - 10 = 18$$

$$R_{(8,9)}^{\Pi} = 30 - 1 - 16 = 13$$

Свободный резерв времени также можно найти и по формуле $R_{i-j}^C = T_{\Pi_i} - t_{i-j} - Tr_i$

$$R_{(0,1)}^C = 4 - 4 - 0 = 0$$

$$R_{(0,2)}^C = 6 - 6 - 0 = 0$$

$$R_{(0,3)}^C = 13 - 5 - 0 = 8$$

$$R_{(1,4)}^C = 7 - 3 - 4 = 0$$

$$R_{(1,5)}^C = 13 - 2 - 4 = 7$$

$$R_{(2,3)}^C = 13 - 7 - 6 = 0$$

$$R_{(2,5)}^C = 13 - 7 - 6 = 0$$

$$R_{(2,7)}^C = 10 - 4 - 6 = 0$$

$$R_{(3,8)}^C = 16 - 3 - 13 = 0$$

$$R_{(4,6)}^C = 21 - 1 - 7 = 13$$

$$R_{(4,9)}^C = 30 - 6 - 7 = 17$$

$$R_{(5,6)}^C = 21 - 8 - 13 = 0$$

$$R_{(6,9)}^C = 30 - 9 - 21 = 0$$

$$R_{(7,8)}^C = 16 - 0 - 10 = 6$$

$$R_{(7,9)}^C = 30 - 2 - 10 = 18$$

$$R_{(8,9)}^C = 30 - 1 - 16 = 13$$

Независимый резерв времени также можно найти и по формуле $R_{i-j}^H = Tr_j - t_{i-j} - T_{\Pi_i}$

$$R_{(0,1)}^H = 4 - 4 - 0 = 0$$

$$R_{(0,2)}^H = 6 - 6 - 0 = 0$$

$$R^H_{(0,3)} = 13-5-0 = 8$$

$$R^H_{(1,4)} = 7-3-11 = -7$$

$$R^H_{(1,5)} = 13-2-11 = 0$$

$$R^H_{(2,3)} = 13-7-6 = 0$$

$$R^H_{(2,5)} = 13-7-6 = 0$$

$$R^H_{(2,7)} = 10-4-6 = 0$$

$$R^H_{(3,8)} = 16-3-26 = -13$$

$$R^H_{(4,6)} = 21-1-20 = 0$$

$$R^H_{(4,9)} = 30-6-20 = 4$$

$$R^H_{(5,6)} = 21-8-13 = 0$$

$$R^H_{(6,9)} = 30-9-21 = 0$$

$$R^H_{(7,8)} = 16-0-28 = -12$$

$$R^H_{(7,9)} = 30-2-28 = 0$$

$$R^H_{(8,9)} = 30-1-29 = 0$$

Таблица 2

Анализ сетевой модели по времени

Работа (i,j)	Количество предшествующих работ	Продолжительность t_{ij}	Ранние сроки: начало $t_{ij}^{P.H.}$	Ранние сроки: окончание $t_{ij}^{P.O.}$	Поздние сроки: начало $t_{ij}^{П.H.}$	Поздние сроки: окончание $t_{ij}^{П.O.}$	Резервы времени: полный $R_{ij}^{П}$	Независимый резерв времени R_{ij}^{H}	Частный резерв I рода, R_{ij}^I	Частный резерв II рода, R_{ij}^C
(0,1)	0	4	0	4	7	11	7	0	7	0
(0,2)	0	6	0	6	0	6	0	0	0	0
(0,3)	0	5	0	5	21	26	21	8	21	8
(1,4)	1	3	4	7	17	20	13	-7	6	0
(1,5)	1	2	4	6	11	13	7	0	0	7
(2,3)	1	7	6	13	19	26	13	0	13	0
(2,5)	1	7	6	13	6	13	0	0	0	0
(2,7)	1	4	6	10	24	28	18	0	18	0
(3,8)	2	3	13	16	26	29	13	-13	0	0
(4,6)	1	1	7	8	20	21	13	0	0	13
(4,9)	1	6	7	13	24	30	17	4	4	17
(5,6)	2	8	13	21	13	21	0	0	0	0
(6,9)	2	9	21	30	21	30	0	0	0	0
(7,8)	1	0	10	10	29	29	19	-12	1	6
(7,9)	1	2	10	12	28	30	18	0	0	18
(8,9)	2	1	16	17	29	30	13	0	0	13

Следует отметить, что кроме полного резерва времени работы, выделяют еще три разновидности резервов. Частный резерв времени первого

вида R_1 - часть полного резерва времени, на которую можно увеличить продолжительность работы, не изменив при этом позднего срока ее начального события. R_1 находится по формуле:
 $R(i,j) = R^p(i,j) - R(i)$

Частный резерв времени второго вида, или свободный резерв времени R_c работы (i,j) представляет собой часть полного резерва времени, на которую можно увеличить продолжительность работы, не изменив при этом раннего срока ее конечного события. R_c находится по формуле:

$$R(i,j) = R^p(i,j) - R(j)$$

Значение свободного резерва времени работы указывает на расположение резервов, необходимых для оптимизации.

Независимый резерв времени R_n работы (i,j) - часть полного резерва, получаемая для случая, когда все предшествующие работы заканчиваются в поздние сроки, а все последующие начинаются в ранние сроки. R_n находится по формуле:

$$R(i,j) = R^p(i,j) - R(i) - R(j)$$

Критический путь: (0,2)(2,5)(5,6)(6,9)

Продолжительность критического пути: 30

Анализ сетевого графика

Сложность сетевого графика оценивается **коэффициентом сложности**, который определяется по формуле:

$$K_c = n_{\text{rab}} / n_{\text{cob}}$$

где K_c – коэффициент сложности сетевого графика; n_{rab} – количество работ, ед.; n_{cob} – количество событий, ед.

Сетевые графики, имеющие коэффициент сложности от 1,0 до 1,5, являются простыми, от 1,51 до 2,0 – средней сложности, более 2,1 – сложными.

$$K_c = 16 / 10 = 1.6$$

Поскольку $1.51 < K_c < 2$, то сетевой график является средней сложности.

Коэффициентом напряженности K_H работы $P_{i,j}$ называется отношение продолжительности несовпадающих (заклученных между одними и теми же событиями) отрезков пути, одним из которых является путь максимальной продолжительности, проходящий через данную работу, а другим – критический путь:

$$K_H = \frac{t(L_{\text{max}}) - t_{1kp}}{t_{kp} - t_{1kp}}$$

где $t(L_{\text{max}})$ – продолжительность максимального пути, проходящего через работу $P_{i,j}$, от начала до конца сетевого графика; t_{kp} – продолжительность (длина) критического пути; t_{1kp} – продолжительность отрезка рассматриваемого максимального пути, совпадающего с критическим путем. Коэффициент напряженности K_H работы $P_{i,j}$ может изменяться в пределах от

0 (для работ, у которых отрезки максимального из путей, не совпадающие с критическим путем, состоят из фиктивных работ нулевой продолжительности) до 1 (для работ критического пути). Чем ближе к 1 коэффициент напряженности K_H работы $P_{i,j}$, тем сложнее выполнить данную работу в установленные сроки. Чем ближе K_H работы $P_{i,j}$ к нулю, тем большим относительным резервом обладает максимальный путь, проходящий через данную работу.

Таблица 3

Работа	Путь	Максимальный путь, $t(L_{max})$	Совпадающие работы	t_{1kp}	Расчет	K_H
(0,1)	(0,1)(1,5)(5,6)(6,9)	23	(5,6)(6,9)	17	$(23-17)/(30-17)$	0.462
(0,2)	(0,2)(2,5)(5,6)(6,9)	30	(0,2)(2,5)(5,6)(6,9)	30	-	-
(0,3)	(0,3)(3,8)(8,9)	9	(0,0)	0	$(9-0)/(30-0)$	0.3
(1,4)	(0,1)(1,4)(4,6)(6,9)	17	(6,9)	9	$(17-9)/(30-9)$	0.381
(1,5)	(0,1)(1,5)(5,6)(6,9)	23	(5,6)(6,9)	17	$(23-17)/(30-17)$	0.462
(2,3)	(0,2)(2,3)(3,8)(8,9)	17	(0,2)	6	$(17-6)/(30-6)$	0.458
(2,5)	(0,2)(2,5)(5,6)(6,9)	30	(0,2)(2,5)(5,6)(6,9)	30	-	-
(2,7)	(0,2)(2,7)(7,9)	12	(0,2)	6	$(12-6)/(30-6)$	0.25
(3,8)	(0,2)(2,3)(3,8)(8,9)	17	(0,2)	6	$(17-6)/(30-6)$	0.458
(4,6)	(0,1)(1,4)(4,6)(6,9)	17	(6,9)	9	$(17-9)/(30-9)$	0.381
(4,9)	(0,1)(1,4)(4,9)	13	(0,0)	0	$(13-0)/(30-0)$	0.433
(5,6)	(0,2)(2,5)(5,6)(6,9)	30	(0,2)(2,5)(5,6)(6,9)	30	-	-
(6,9)	(0,2)(2,5)(5,6)(6,9)	30	(0,2)(2,5)(5,6)(6,9)	30	-	-
(7,8)	(0,2)(2,7)(7,8)(8,9)	11	(0,2)	6	$(11-6)/(30-6)$	0.208
(7,9)	(0,2)(2,7)(7,9)	12	(0,2)	6	$(12-6)/(30-6)$	0.25
(8,9)	(0,2)(2,3)(3,8)(8,9)	17	(0,2)	6	$(17-6)/(30-6)$	0.458

Вычисленные коэффициенты напряженности позволяют дополнительно классифицировать работы по зонам. В зависимости от величины K_H выделяют три зоны: критическую ($K_H > 0,8$); подкритическую ($0,6 < K_H < 0,8$); резервную ($K_H < 0,6$).

Решение было получено и оформлено с помощью сервиса: Параметры сетевой модели

Для данного решения доступны следующие действия:

Решение графическим способом (секторальным методом)

При этом способе кружок сетевого графика, обозначающий событие, делится на четыре сектора. В верхнем ставится номер события i , в левом – наиболее раннее из возможных время свершения события $t_p(i)$, в правом – наиболее позднее из допустимых время свершения события $t_n(i)$, в нижнем – резерв времени данного события $R(i)$.

Раннее время свершения события $t_p(i)$ определяется продолжительностью максимального пути $\max(t)$ до (i) , предшествующего событию i .

1. Послойно, переходя от исходного события до конечного, определим $t_p(i)$. Всегда для начального события $t_p(i) = 0$ (рисунок 1).
2. Находим позднее из допустимых время свершения события $t_n(i)$ (рисунок 2).
3. Определяем резерв времени данного события $R(i) = t_n(i) - t_p(i)$ (рисунок 3).

Рисунок 1

Рисунок 2

Рисунок 3

На рисунке 3 резервы времени работ обозначены в круглых скобках следующего формата: $d(R_{ij}^n | R_{ij}^c)$

Решение методом потенциалов

Метод построения

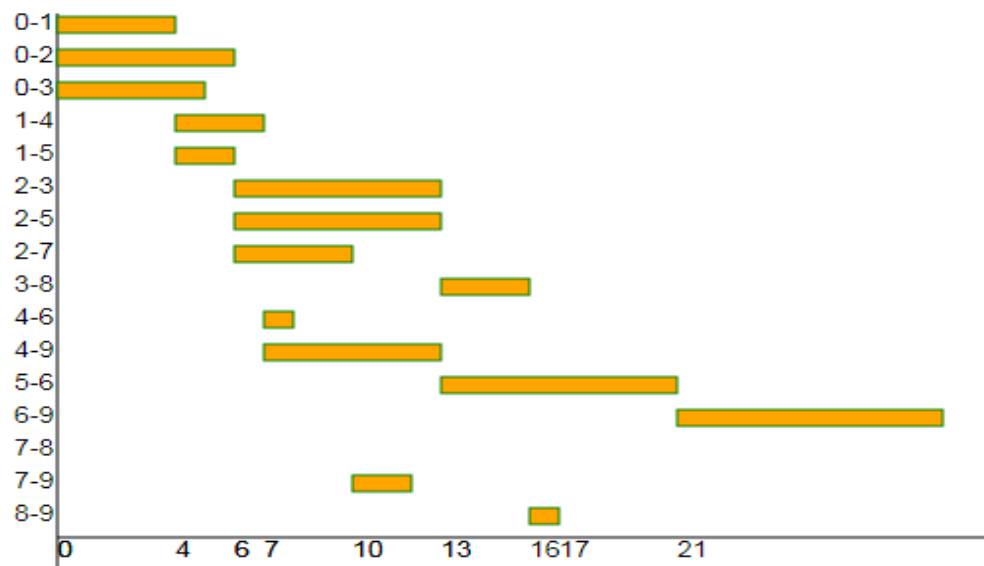
Метод потенциалов

На рисунке в круглых скобках указан номер события, через которое к данному приходит путь наибольшей продолжительности от завершающего события до данного.

Расчет начинается с завершающего события 10, потенциал которого равен 0. В нижнем секторе в скобках ставим прочерк, в правый записываем 0 и переходим к последующему событию.

Рис. 8. Выбор представления данных

Диаграмма Ганта



Карта проекта

Критический путь



Некритический путь

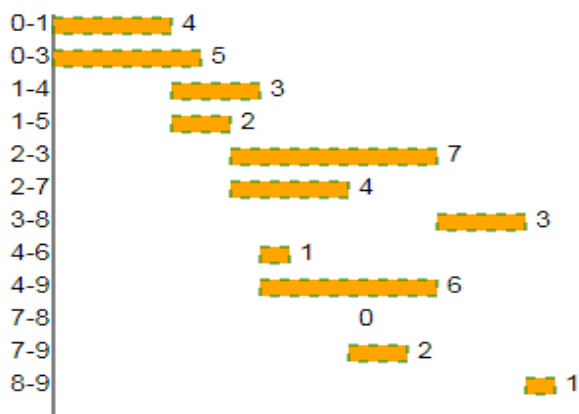


Рис. 9. Представление параметров сетевого графика в виде диаграммы Ганта

В результате мы получили полный расчет по заданным критериям и визуальный ряд нашего проекта.